
LES MINÉRAIS MÉTALLIQUES ET LES SOURCES MINÉRALES DE LA RÉGION DE LA MURE

par J. SARROT-REYNAULD

Au moment où une importante Société minière vient de demander un permis de recherche exclusif de minerais métalliques pour la Matheysine et où le Commissariat à l'Energie atomique envisage une prospection systématique de cette région, il nous a semblé bon de dresser le bilan de nos connaissances sur les minerais connus entre Vizille et Mens, afin, après en avoir fait un inventaire, d'essayer de mettre en évidence les processus métallogéniques qui ont présidé à leur mise en place. Nous étudierons également les eaux minérales de la région, car ce sujet est en relation directe avec les phénomènes métallogéniques¹.

Les premiers auteurs qui aient dressé un tableau minéralogique des ressources du Dauphiné, et en particulier de la région de La Mure, furent les Ingénieurs du Service des Mines qui consignèrent avec une grande minutie leurs observations dans des mémoires publiés sur l'initiative de l'Académie des Sciences.

Un des premiers auteurs dont nous puissions trouver les travaux est l'Ingénieur GUETTARD qui, en 1763, publie la « Minéralogie du Dauphiné », réimprimée en 1779 sous une forme plus complète.

¹ Je remercie tout d'abord particulièrement M. le Directeur du Bureau géologique, géophysique et minier, qui a bien voulu me charger d'un certain nombre de missions dans la région; MM. CALLOU et REYMOND, Ingénieurs au Service des Mines de Grenoble, qui m'ont fourni tous les renseignements dont ils disposaient, ainsi que MM. BEROFF et HAUDOUR, du Service géologique des Houillères du Dauphiné, qui n'ont cessé de m'apporter leur appui et leur aide.

En 1798, J. G. SCHREIBER décrit, dans le *Journal de Physique*, un gîte de mercure à St-Arey (Isère).

En 1806 et 1807, L. HÉRICART de THURY, Inspecteur général des Mines, publie au *Journal des Mines* le résultat de ses observations sur les mines d'or du département de l'Isère et le « minerai de Montjean » près de Vizille.

Il faut attendre 1831 pour voir un véritable bilan des ressources minérales du Dauphiné dressé par Emile GUEYMARD, Ingénieur des Mines, premier directeur du Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble et Doyen de la Faculté des Sciences. Son ouvrage sur « la Minéralogie, la Géologie et la Métallurgie du département de l'Isère » fut complété, en 1844, par sa contribution à la « Statistique générale du département de l'Isère ». Dans ces deux publications, il fit apparaître, sous forme synthétique, l'état des mines métalliques dans le département.

A partir de 1831, toutes les études d'ensemble des minerais de la région, qui paraîtront, seront établies à partir des travaux de GUEYMARD.

Mais bientôt se succèdent une série de notes sur les eaux minérales de la région.

En 1837, E. GUEYMARD avait donné une « Analyse des Eaux minérales de La Motte », suivie, en 1838, d'une « Notice statistique sur les Eaux minérales du département de l'Isère », du Docteur Albin GRAS. Ce problème des eaux minérales passionne les médecins de l'époque.

En 1839, Camille LEROY présente à la Société statistique de l'Isère un « Essai statistique et médical sur les eaux minérales des environs de Grenoble ». C'est devant cette même société que le Docteur BALLY présente une « Notice sur les eaux thermales de La Motte-St-Martin ».

L'intérêt porté aux sources minérales n'empêche pas les ingénieurs de se préoccuper des minerais métalliques, puisqu'en 1851 Scipion GRAS, Ingénieur en chef des Mines à Grenoble, publie une note à la Société géologique de France sur les minerais de cinabre de la commune de Prunières, dans laquelle il attaque violemment son prédécesseur SCHREIBER.

En 1855, Emile GUEYMARD signale la découverte en 1852, près de l'Etablissement thermal de La Motte-les-Bains, d'un gisement de nickel arséniaté auquel sont associés de l'or et des traces de platine.

En 1860, Ch. LORY, élève de E. GUEYMARD, à qui il a succédé à la direction du Laboratoire de Géologie de Grenoble, consacre un chapitre de sa « Description géologique du Dauphiné » à l'étude

des filons et gîtes métalliques, s'appuyant d'ailleurs, dans ses descriptions, sur les travaux de E. GUEYMARD et de M. GRAFF.

Le premier, il émet l'idée d'une liaison entre la présence des filons métalliques et les phénomènes tectoniques. Il est de même le premier à penser à la mise en place des minerais de la région de Laffrey contenus dans des assises calcaires par le processus de venues hydrothermales.

En 1875, CAILLAUX, dans son « Tableau des Mines métalliques » qui intéresse toute la France, cite les gîtes de la région envisagée, mais il ne s'agit pas vraiment d'une étude régionale.

En 1897, P. TERMIER signale à la Société française de Minéralogie les caractères particuliers de la bournonite recueillie au Peychagnard par un de ses élèves de l'Ecole des Mines.

En 1910, un autre maître de la Minéralogie, A. LACROIX, reprend dans sa Minéralogie de la France la description de tous les minerais connus; il signale fréquemment ceux recueillis dans la région de La Mure qu'il considère à juste titre comme un Musée naturel, tant par la beauté des échantillons recueillis que par leur variété.

En 1919, A. LACROIX publie « Un manuscrit inédit de Dolomieu sur la Minéralogie du Dauphiné » datant de 1796, qui est le recueil des notes prises par ce savant lors de ses courses géologiques dans la région.

En 1913, l'Ingénieur E. CHABRAND dresse un bilan rapide des mines des Alpes dauphinoises, qui est remarquable par les considérations théoriques qu'il contient.

Depuis la Première Guerre mondiale, de nombreux échantillons recueillis dans la région de La Mure, et particulièrement dans les galeries des Houillères, allèrent enrichir les collections des Ecoles des Mines et des Facultés, mais plus aucun travail important ne sera consacré aux gîtes minéraux de la Matheysine.

Un seul collectionneur, le colonel VÉSIGNIE, fera de temps à autre une communication à la Société minéralogique sur ces minéraux.

Ayant repris l'étude géologique du Dôme de La Mure et des régions annexes, à la suite de P. LORY, nous avons estimé qu'il serait bon de visiter tous les gisements encore accessibles dans cette région afin d'en étudier les minéraux et surtout d'en déterminer les conditions géologiques et tectoniques. C'est ce que nous avons fait et, au cours de ce travail, nous avons pu découvrir une espèce assez rarement décrite : la boulangérite, découverte que nous avons signalée dans une note préliminaire sur les minéraux de la région, en collaboration avec M. J. HAUDOUR. Mais notre but

est plus vaste, c'est pourquoi nous allons dresser la liste des divers gisements connus de minerais métalliques et d'eaux minérales. Seuls ces derniers sont encore exploités, mais un avenir prochain verra probablement la modification de cet état de choses.

Quoi qu'il en soit, nous indiquerons, pour chaque gisement dont l'emplacement se trouve porté avec un numéro correspondant sur le schéma orohydrographique ci-joint, tout d'abord les minéraux rencontrés, la gangue dans laquelle ces minéraux sont engagés, puis la nature géologique et tectonique du gîte; enfin, nous rappellerons brièvement quels auteurs ont décrit ces divers gisements².

Nous essaierons ensuite de montrer comment tous ces gîtes minéraux se rattachent à un certain nombre de grands groupes filoniens, eux-mêmes en liaison avec plusieurs types d'accidents tectoniques.

Enfin nous essaierons, à partir de ces données, de conclure sur l'âge des minéralisations du « district minier » de la Matheysine.

DESCRIPTION DES GITES MINERAUX DE LA REGION COMPRISE ENTRE MENS ET VIZILLE

Nous procéderons sensiblement du *Sud vers le Nord*.

1. *Oriol*. — Eaux minérales froides, bicarbonatées, sodiques, magnésiennes et ferrugineuses.

Il existe deux sources principales et trois puits creusés à la profondeur moyenne de 15 mètres dans les alluvions qui recouvrent une zone de faille de direction sensiblement N-S, mettant en contact les assises de l'Aalénien du flanc Est du Thaud avec les couches du Lias de la région du Grand Oriol. Ces eaux furent signalées et étudiées par GUETTARD (1779), A. GRAS (1838), C. LEROY (1839), E. GUEYMARD (1844), L. MORET (1946).

2. *Les Mines* (canton de Cornillon-en-Trièves). — Minéralisation reconnue par d'anciennes galeries en 1925, puis par sondage en 1943 (MAGNAN).

² Nous avons évidemment tenu le plus grand compte des indications des gîtes métalliques portés sur les première et deuxième édition de la Carte géologique Vizille au 1/80 000^e.

Les minéraux recueillis sont : galène et blende, malachite et cuivre gris, ainsi qu'oligiste et sidérose contenus dans une gangue de calcite. Les galeries ont leur entrée dans les assises du Trias qui, à l'Ouest, butent par faille contre les couches de l'Aaléno-Bajocien. Il semble bien que la minéralisation se trouve le long de cette faille avec un maximum de concentration sous le niveau des spilites. Ce gîte n'a pratiquement pas été décrit par les anciens auteurs.

3. *Montvallon*. — Dans cette localité, il existe d'anciens travaux dont nous avons pu observer les restes, repérables grâce aux haldes ferrugineuses. Les minéraux qui ont été recueillis à ce gisement sont : la sidérose, signalée en 1763 par GUETTARD. Une galerie faite en vue d'une demande de concession pour cuivre, zinc, plomb, fer fut creusée en 1870 par les frères FAURE, entrepreneurs à Mens ($x = 868$; $y = 285,9$; $z = 825$). Nous n'avons pas pu prélever d'échantillons dans cette galerie. Les conditions géologiques sont les mêmes qu'aux Mines. La minéralisation s'est faite grâce à une faille ayant remonté le compartiment Ouest, triasique, par rapport au compartiment Est, liasique. La minéralisation semble surtout importante au contact des spilites. Nous sommes ici sur le même filon qu'aux Mines et qu'au Thaud.

4. *Le Thaud*. — La région du Thaud a été l'objet de nombreux travaux qui ont fourni : de la sidérose, de la limonite, de l'oligiste, du cuivre gris, de la malachite et de l'azurite, de la calamine, de la bournonite, de la galène, dans une gangue essentiellement calcaire. En 1831 et 1844, GUEYMARD avait signalé la sidérose dans les bancs de calcaires de Laffrey, qui forment l'arête de la montagne du Thaud, faisant remarquer que la minéralisation était postérieure au Lias, puisque les blocs de minerai contenaient de petits fragments de calcaires.

Les restes des galeries, que l'on peut observer, sont situés l'un à environ 100 m de la ferme du Thaud, les autres sur le flanc Est de cette colline; on en connaît au moins deux qui ont montré que la faille qui affecte le bord Est du Thaud, prolongement de celle qui passe aux Mines et à Montvallon et se dirige vers Mayres, affecte non seulement la couverture sédimentaire mais encore le socle hercynien; une des galeries a rencontré la « gratte de base » du Westphalien D. Ce fait important du point de vue géologique montre la liaison entre tectonique et minéralisation.

5. *Le Villard-de-Touages*. — Ce gisement, très peu connu, a fait autrefois l'objet d'une demande de concession pour blende, pyrite, galène et minéraux connexes. Cette demande était normale

puisque des indices sont observables sur le terrain au passage de la faille minéralisée : les Mines, Montvallon, le Thaud, Mayres, un peu à l'Est du village du Villard.

6. *Cognet*. — Cette localité fut célèbre par ses exploitations de gypse; on y a exploité autrefois un gisement d'ocre rouge, c'est-à-dire un mélange d'argile et de fer oligiste Fe_2O_3 . Ces exploitations furent signalées par GUETTARD et GUEYMARD. Il est difficile d'en donner une interprétation géologique : il peut s'agir d'une faille minéralisée, mais aussi de poches dans le Trias, bien développé au rocher de Cognet.

7. *Saint-Arey*. — La localité de St-Arey fut longtemps célèbre par les minéraux qu'on y rencontrait. Dès 1798, J. G. SCHREIBER décrit un gîte de mercure et de cinabre reconnu par une galerie de 42 m creusée dans les calcaires du Lias. Sc. GRAS nia cette découverte; elle semble cependant réelle car elle fut signalée par DOLOMIEU, E. GUEYMARD, puis Ch. LORY. D'autre part, A. LACROIX décrit à St-Arey des gisements de blende associée à de la smithsonite et à de la panabase. Pour notre part, nous n'avons pu retrouver ces affleurements; les minéralisations se présentent à St-Arey plutôt en nodules qu'en filon, selon E. GUEYMARD.

8. *Galerie de Saint-Arey*. — Nous avons par contre rencontré un certain nombre de minéraux intéressants dans la galerie de St-Arey, qui relie le bas du puits des Rioux des H. B. D. au Drac, et sert de galerie d'exhaure [J. HAUDOUR et J. SARROT, 1954-1955]. Là, nous avons rencontré quelques filonets recoupant les mica-schistes et le Houiller, qui nous ont livré de la blende, de la galène et surtout de la sidérose et de la mésitite sous forme de rhomboèdres b_1 associés en rosette. Ces cristaux sont fréquemment saupoudrés de pyrite, caractère que nous retrouverons pour d'autres minéraux. La gangue est formée de quartz, calcite, dolomie. Il semble bien que les fractures minéralisées que nous avons observées se prolongent dans la couverture sédimentaire de cette région et soient à l'origine des gîtes dits de St-Arey.

9. *Prunières*. — Un grand nombre d'espèces furent décrites provenant de cette localité. GUETTARD et DOLOMIEU signalent des mines de cuivre argentifère et de cinabre argentifère. Sc. GRAS (1851) précise la position des gîtes de cinabre : en deux emplacements de la combe Guichard où le minéral est associé au cuivre gris argentifère, à la blende, à la smithsonite, à la sidérose et à la bournonite. La gangue est formée de calcite, dolomie et quartz dans les calcaires cavernaux appartenant vraisemblablement au

Trias. La direction du filon serait approximativement EW et correspondrait peut-être à une faille antésénonienne, mais il est possible qu'il ne s'agisse là que d'une direction locale et que l'orientation d'ensemble soit NS. Ch. LORY a également cité ce gîte où LACROIX décrivit, dans des calcaires du Jurassique, du cinabre associé à la galène et à la blende, celle-ci étant souvent liée à la smithsonite tandis que la bournonite s'accompagne d'éru-bescite, de bleinierite. Ces sulfures sont accompagnés de malachite et azurite. Selon DOLOMIEU, on connaît une vingtaine d'indices de minerais à Prunières. Actuellement, deux galeries sont encore visibles.

10. *Les Rioux de Prunières.* — Cette localité, peu éloignée de celle de Prunières, a été le siège de recherches de minerai de cuivre; on y aurait rencontré, selon GUETTARD, des sulfures de sulfates de cuivre (couperose). Une galerie montrant quelques indices existe encore à l'heure actuelle.

11. *Galeries des Rioux.* — Nous grouperons ici tous les minéraux rencontrés et étudiés par nous dans les galeries du quartier des Rioux des H. B. D. Nous y avons observé de nombreux filons de blende, pyrite, galène, chalcoppyrite, panabase, bournonite, accompagnés de sidérose et mésitite, dans une gangue de quartz, calcite, dolomie et barytine. Les filons correspondent comme toujours à des zones de fracture. C'est au travers-banc des Rioux, niveau 12 (cote 580), dans une fissure de faille dans les grès houillers que nous avons trouvé, avec les minéraux cités plus haut, la boulangérite, en longs cristaux aciculaires très fins. Comme à St-Arey, ce sont les filons que nous avons rencontré dans la mine, qui ont minéralisé les terrains sédimentaires donnant naissance aux gîtes des Rioux et de Prunières. Les anciens travaux de mine auraient recoupé des indices de cinabre, mais nous n'avons pas pu contrôler cette affirmation.

12. *La Californie* (commune de Mayres). — Ce lieu dit a un passé minier fort long, puisque les Romains y auraient exploité le cinabre et la blende. Plus près de nous, GUETTARD signale presque au sommet de la Grande Combe, entre Mayres et Saint-Arey, une mine de plomb dont DOLOMIEU, en 1795, visita les alentours. Ce gisement fut à nouveau signalé par Ch. LORY à la suite d'E. GUEYMARD; A. LACROIX détermina de la bournonite et de la sidérose parmi les échantillons en provenant. Plus récemment, M. CAPDECOMME a pu déterminer sur échantillon de la panabase, de la chalcoppyrite, de l'azurite, de la kermésite. La gangue est formée de quartz et calcite; le gîte se trouve dans des

calcaires du Lias à faciès calcaires de Laffrey. Du point de vue tectonique, le gîte est situé en bordure d'un accident qui limite la masse du Seneppey, à l'Est, mais une vaste zone d'éboulis masque en partie les restes de galerie puisqu'une seule est visible actuellement.

On observe dans les haldes de la malachite, de la chalcopryrite et de la panabase, avec quelques restes de blende et de galène.

13. *Combeyrand* (commune de Prunières). — Il s'agit là d'un petit gisement dont les seuls restes d'exploitation sont des débris de galerie, dans la masse des calcaires de Laffrey, près du lieudit Combeyrand. Nous y avons trouvé un peu de malachite en substitution. Ce gîte a été désigné sous le nom de Combe-Neveuse par A. LACROIX qui y a décrit de la panabase argentifère. On peut rapprocher également de ce gisement des filons de cérusite et de cinabre découverts en 1914 à la Blache et Rocher Berland. La position tectonique du gîte est bien difficile à préciser; peut-être s'agit-il du même système de filon Est-Ouest que celui décrit par Sc. GRAS pour Prunières, à moins que l'on ait là, au contraire, une minéralisation de la faille qui limite à l'Ouest la Combe-Neveuse... ce qui est probable.

14. *Le Villaret*. — Nous groupons sous ce nom tous les gîtes qui ont été découverts dans les galeries des Houillères du Dauphiné, partant du siège d'exploitation du Villaret. La blende et la boulangérite (2° gîte connu) se rencontrent au T. B. du niveau 15 (toit de Grande Couche, pendage Eperons). La blende a tantôt le faciès concrétionné schalenblende, jaune miel, tantôt le faciès sphalérite. Elle est associée à la bournonite, la panabase et la galène, dans une gangue de quartz et barytine. Il s'agit d'un remplissage de faille. On trouve également la galène, la blende, la pyrite, la chalcopryrite et des traces de cubanite au T. B. des Merlins, à 720 m du point O. La pyrite et la chalcopryrite sont abondantes à tous les niveaux lorsque les galeries, sortant du Houiller, pénètrent dans le socle des micaschistes au niveau de la faille Lory [J. HAUDOUR et J. SARROT, 1954-1955]. La gangue est formée de quartz, calcite, dolomie et barytine. Au T. B. des Merlins, niveau 12, à 275 m de l'origine, où l'on observe un remplissage de fracture minéralisé par blende et dolomie, la barytine est en fines aiguilles flexueuses, recouvertes de minuscules cristaux de pyrite. Ce faciès, extrêmement rare, a été décrit, en collaboration avec J. HAUDOUR et R. MICHEL (1956). La sidérose et la pyrite sont fréquentes partout, ainsi que la mésitite. La faille qui coupe le synclinal 4°, 5° pendage au niveau 12 près de

la couche Rolland, est remarquable à ce point de vue; la gangue y est de sidérose et de dolomie. Un gîte analogue a été trouvé dans la zone du plan 10, au 5° pendage niveau 12. Des minéraux provenant du Villaret : galène, blende, pyrite, panabase, sidérose ont été présentés par le colonel VESIGNIE, en 1951, à la Société française de Minéralogie. Toutes les minéralisations se situent dans des failles recoupant à la fois le socle cristallophyllien, le Houiller et même le Trias et le Lias.

15. *Le Peychagnard*. — Ce gîte correspond aux anciennes exploitations des mines de La Mure. On y a rencontré nombre de minéraux qui sont parfois encore visibles dans la carrière à remblai sous le Rocher Blanc. Comme au Villaret, on a : blende, galène, pyrite en dodécaèdres, cubes et octaèdres, bournonite. P. TERMIER, en 1897, a signalé le faciès particulier des échantillons de bournonite de ce gîte : à savoir, grand développement de la zone $h_1b^{2/3}$. La gangue est formée généralement de quartz et dolomie, celle-ci cristallisant en rhomboèdres à faces courbes (mésitite). A. LACROIX a signalé également dans les minéralisations du Houiller du Peychagnard la diadochite et la mélantérite.

Du point de vue tectonique, ces gîtes, dans le Houiller et les micaschistes, prolongent les filons minéralisés du Villaret.

16. *Le Bois Noir*. — Nous groupons sous ce nom un certain nombre de gisements situés sur la commune de La Motte-St-Martin et dont le seul encore visible se trouve dans la combe du Bois Noir en dessous du Rocher Pellas. On y rencontre un filon de limonite, sidérose, galène, pyrite, chalcopyrite. La blende, contrairement à la plupart des autres gîtes de la région, est noire. Ce filon recoupe à la fois les micaschistes et les terrains houillers; il a été exploité en 1835 à la concession de Serre Leycon, puis à la mine du Pré et, en dernier lieu, à la mine du Bois, comme l'ont indiqué GUETTARD, GUEYMARD, Ch. LORY. Le filon est orienté sensiblement Nord-Sud. A. LACROIX, étudiant les échantillons de ces gîtes, y décrit pour la première fois la mésitite, en rhomboèdres b_1 , en rosette; cette espèce, fréquente à Allevard, est ici saupoudrée de petits cristaux de pyrite.

17. *Le Pérailler*. — Nous sommes encore ici sur la commune de La Motte-St-Martin, mais le filon qui y a été trouvé est, semble-t-il, très différent de celui du Bois Noir. GUETTARD signale au Pérailler une mine de plomb où l'on exploite de la galène argentifère et un peu de cuivre panaché, mais en 1855, E. GUEYMARD signale la découverte, à très peu de distance de ce gisement, en contre-bas du château de La Motte-les-Bains, dans les calcaires magnésiens

du Trias, d'un filon contenant de l'or et des traces de platine inclus dans une masse gris-verdâtre de nickel arséniaté; certains échantillons présentent de petits fragments d'or natif dans les fissures d'un filon de calcite ferrifère.

Ce gîte, exploité sporadiquement, fut cité par CAILLAUX (1875) et CHABRAND (1913), puis tomba dans l'oubli; ces dernières années, plusieurs chercheurs ont repris son étude. Pour notre part, nous avons été arrêté par les difficultés matérielles lors de la visite des anciens travaux. M. VALLET, plus heureux, réussit à détecter une radioactivité notable, grâce au scintillomètre; il possède d'ailleurs un échantillon provenant de cette mine qui, soumis à l'analyse du laboratoire d'essais du Commissariat à l'Energie atomique (analyse n° 268), s'est révélé contenir, à côté d'une proportion notable d'or, un titanate d'uranium : la brannérite, associée à l'anabergite, déjà décrite par E. GUEYMARD.

La brannérite est à l'état métacmite; elle est extrêmement comparable à celle du gîte de Bou-Azzer (Maroc) et à celle du gisement de La Gardette (près Bourg-d'Oisans) où l'on rencontre l'association : or, brannérite, annabergite, galène, pyrite, blende, panabase, dans une gangue de quartz et de calcite. Etant donné la gangue de certains échantillons, l'analogie avec les minéraux de La Gardette et la position du gisement, on est en droit de penser que ce dernier se prolonge par le filon de quartz indiqué sur la carte géologique au 1/80 000^e au Nord du col de la Festinière, dont la direction générale est sensiblement Est-Ouest. Nous reviendrons plus loin sur l'importance métallogénique de cette interprétation, due à la découverte de la brannérite par M. VALLET³.

18. *La Motte-les-Bains*. — Les sources thermominérales de La Motte-les-Bains sont essentiellement bromochlorurées sodiques et leur température est de 58°. Elles jaillissent près du Drac, au bord du ruisseau de Vaulx, à travers les schistes du Lias. Elles sont connues depuis fort longtemps; GUETTARD signale leurs propriétés en 1763.

E. GUEYMARD (1837) donne l'analyse des eaux des deux sources les plus connues : la source de la Dame et la source du Puits. A. GRAS contribue à l'étude médicale de ces eaux, suivi en cela par C. LEROY (1839) et le Docteur BALLY qui, se basant sur la température des eaux, estime qu'elles proviennent d'une profondeur de 1 100 à 1 200 mètres. Les eaux sont carbonatées, calciques

³ M. GEFFROY a déterminé ce minéral sur un échantillon du Muséum d'Histoire naturelle de Paris et publiera bientôt les résultats de son étude métallogénique.

et magnésiennes, sulfatées et bromochlorurées sodiques; elles sont diurétiques, laxatives et recommandées en outre pour les maladies osseuses. E. GUEYMARD (1844) groupe tous ces résultats et analyses.

De nombreuses études furent faites par W. KILIAN lors du percement de la galerie du Drac des Houillères du Dauphiné dont on craignait l'influence sur les sources thermales qui s'écoulent au bord du Drac : la source du Puits et la source de la Dame Dame n'étant que les plus connues. Ces sources seront noyées par la retenue du barrage de Monteynard. Il semble bien qu'elles aient pris naissance à la faveur de phénomènes tectoniques. Il s'agit vraisemblablement d'eaux d'infiltration minéralisées et thermalisées en profondeur; l'origine de leur résurgence peut être cherchée soit dans la faille N-S qui casse l'anticlinal triasique du château de La Motte-les-Bains, soit, plus probablement, dans la faille E-W Festinière - Pérailler que nous avons mise en évidence par des levés géologiques et dont W. KILIAN avait pressenti l'existence en 1903, dans un rapport privé.

L. MORET (1946) a donné récemment un schéma des griffons des sources de La Motte-les-Bains.

19. *Saint-Jean-de-Vaulx*. — Un gîte de peroxyde de manganèse a été décrit autrefois dans cette localité; Ch. LORY l'a indiqué sur la carte géologique Vizille, 1^{re} édition, un peu à l'Ouest de St-Jean-de-Vaulx. Il s'agit probablement là de tufs manganésifères analogues à ceux signalés par E. GUEYMARD à Vaulnaveys et qui sont des dépôts superficiels de sources minérales ayant traversé les assises du Lias et du Trias sous-jacent.

20. *Saint Théoffrey*. — Ch. LORY signale, dans cette localité, des filons de sidérose dans les micaschistes. Le minéral est en grandes lames, dans une gangue quartzreuse. A. LACROIX a signalé, en plus de la sidérose, la présence de magnétite et d'hématite. Ce gîte est situé sur le tracé d'une des grandes failles qui bordent, à l'Ouest, le « graben » de la Matheysine.

21. *Petitchet* (La Fayolle et sondage de Petitchet). — Cette localité a connu longtemps une exploitation intense de blende, pyrite, galène, sidérose au lieudit La Fayolle, presque ille de micaschistes dans le lac de Petitchet. Les minéraux furent décrits par Ch. LORY, puis par A. LACROIX qui y trouva également de la chalcopyrite, de la limonite et de la panabase. Le filon a une puissance assez importante. Les minéraux sont associés en globules à couches concentriques. La gangue est quartzreuse. Tectoniquement, la zone minéralisée correspond à une zone de failles reconnue par sondage, lors de l'étude du projet de dérivation du Drac sous la Matheysine.

Un sondage effectué en 1940 par la Société Bonne et Drac, tout près de Petitchet ($x = 870,9$; $y = 303,35$; $z = 935$) a rencontré, entre les cotes 745 et 726, une zone abondamment minéralisée en blende, pyrite, galène.

22 et 22 bis. *Laffrey - lac Mort*. — Les gisements de Laffrey et du lac Mort sont très comparables et ont souvent été décrits ensemble.

En 1844, E. GUEYMARD signale les gisements de blende de Laffrey, puis du Grand-Lac, déjà reconnus par DOLOMIEU. Ch. LORY trouve également : blende, smithsonite, galène, aux gîtes de la Peyreire, de la Longerolle, du Grand-Lac. Il estime que les minéraux ont été apportés à l'état de matière dissoute dans les eaux minérales et ont cristallisé par voie aqueuse. Les gîtes sont constitués d'amas irréguliers remplissant des fissures des dolomies triasiques. La blende est jaune, parfois rougeâtre. La gangue est quartzeuse, chargée de pyrite altérée. Ch. LORY signale un filon de fer spathique dans les micaschistes du lac Mort où l'on rencontre également de la blende. A LACROIX, qui a examiné les gisements de Laffrey, y a trouvé, dans une gangue de quartz et sidérose : de la blende jaune, incrustée de smithsonite, de la stibine, de la panabase, de la bournonite, de la galène, de la cérusite. Du point de vue tectonique, les filons exploités surtout dans les assises du Trias pénètrent également dans le Houiller et les micaschistes, et correspondent, une fois de plus, à une faille sensiblement N-S, analogue aux accidents que nous avons signalés à St-Théoffrey et à Petitchet.

23. *Le Sappey (Commune de Saint-Barthélemy-de-Séchilienne)*. — Il s'agit là d'une concession de zinc, plomb et métaux annexes accordée en 1849 et qui a pris fin en 1930. On y observe deux filons contenant galène et blende dans une gangue quartzeuse, orientés N 20° E. On y a trouvé également de la chalcopryrite. Les filons sont inclus dans une des multiples failles NS qui affectent les micaschistes du Dôme de La Mure. Les principaux renseignements que nous possédons proviennent des Archives du Service des Mines de l'Isère, cette concession ayant été décrite avec d'autres sous le nom de « mines de fer du canton de Vizille » (gîtes des Halles, du Vent, du Vernay, de Ste-Julie, de la Grande-Combe, de Pierre Plate, du Parc, selon E. CHABRAND, 1913).

24. *Pierre Rousse*. — Il en est de même de cette concession très ancienne, située sur la commune de Vizille, accordée en 1849 et annulée en 1930. La présence de fer spathique y avait déjà été signalée en 1763 par GUETTARD. DOLOMIEU y observa également

un peu de minerai de cuivre. Dans une gangue quartzeuse, de la sidérose est associée à la blende, la galène argentifère, un peu de chalcoppyrite et de cuivre gris. Le filon est encaissé dans les schistes cristallins de l'extrémité Sud de Belledonne, au niveau des fractures qui prolongent au Nord de la Romanche les accidents du Sappey et du lac Mort, mais il est possible que certaines directions NW-SE correspondent à un autre système de failles minéralisées.

25. *Les Ruines (Commune de Séchilienne)*. — La concession des Ruines, contiguë à celle de Pierre Rousse, communique avec celle-ci par d'anciens travaux. Elle fut accordée en 1853 pour plomb, cuivre, argent et métaux connexes. Elle fut résiliée en 1930. E. GUEYMARD et Ch. LORY décrivent blende, galène, cuivre pyriteux et cuivre gris argentifère aux Ruines. A. LACROIX confirma ces déterminations : chalcoppyrite, galène, blende, panabase. La gangue est essentiellement quartzeuse. Dans cette concession, on rencontre trois filons : le filon des Ruines, dirigé NE-SW, dont la puissance varie de 2 mètres à 20 centimètres; le filon de la Grande Chambre, de même direction, dont la puissance varie de 10 à 80 centimètres; le filon de Pierre Rousse, prolongement de celui de la concession voisine. Tous ces filons se trouvent dans les micaschistes de l'extrémité Sud du Rameau externe de Belledonne. Leurs directions, un peu désordonnées, proviennent sans doute du fait que l'on se trouve là dans une zone de broyage intense (point de rencontre de deux systèmes de faille N-S et E-W) qui a d'ailleurs permis la formation de la cluse de la Romanche.

26. *Saint-Barthélemy-de-Séchilienne*. — GUETTARD, en 1763, signale dans cette localité des mines de cuivre et de plomb, mais elle fut surtout célèbre par son haut-fourneau où l'on traitait les minerais de fer du canton de Vizille. Nous n'avons pas retrouvé de traces de ce gîte, mais sa présence est très plausible, étant donné que l'on se trouve là dans la zone de fracture qui sépare le massif de La Mure de celui du Taillefer.

27. *Saint-Pierre-de-Mésage*. — De nombreux minéraux ont été découverts dans cette localité. E. GUEYMARD et Ch. LORY signalent que l'on y exploite une mine de sidérose magnésienne. A. LACROIX, qui étudia cette mine en détail, y signale un filon de deux mètres d'épaisseur, contenant sidérose, ankérite (en rhomboèdres), pyrite, bournonite, panabase. La gangue est formée de quartz et dolomie.

Lors de l'étude du tunnel sous la Matheysine, projeté pour la dérivation du Drac (projet de Fontfraîche), une fenêtre de reconnaissance fut creusée (fenêtre de Loula). Cette galerie a recoupé

de nombreuses fractures affectant le socle de micaschistes dans lequel est la galerie, ainsi que les assises susjacentes. C'est dans une de ces fractures que M. A. MOURA a pu trouver de magnifiques échantillons de : blende, galène, pyrite, sidérose dans une gangue de quartz et dolomie. Il semble bien que l'on ait là le même filon qu'à l'ancienne mine de St-Pierre-de-Mésage, filon qui prolonge vraisemblablement ceux de Laffrey et de St-Théoffrey.

28. *Montjean*. — C'est HÉRICART de THURY qui, en 1807, a signalé à Montjean, près de Vizille, dans une gangue de quartz, les minéraux suivants : sidérose, galène argentifère, plomb sulfuré antimonieux, cuivre gris argentifère et plomb arsénié. Cette mine, située dans les schistes cristallins des contreforts de Chamrousse, fut exploitée sporadiquement et signalée par Ch. LORY et E. GUEYMARD, ainsi que par A. LACROIX. Selon GUEYMARD, la galène de Montjean serait platinifère. Ce gîte, comme presque tous ceux que nous avons signalés, appartient à une grande bande minéralisée à partir de failles, qui s'étend depuis Mens, passe par la région de Vizille et se dirige vers Allevard comme l'a déjà montré E. GUEYMARD (1844).

Nous arrêterons là la description des gîtes minéraux de la Matheysine, car nous dépasserions le cadre de cette étude. Signalons cependant que les gîtes de Vaulnaveys (massif de Belledonne) et de Brouffier (massif du Taillefer) mériteraient d'être étudiés, car ils permettent de rattacher le Dôme de La Mure aux zones métallogéniques de Belledonne et de l'Oisans.

TABLEAU RECAPITULATIF DES ESPECES DECRITES	GITES
Cinabre HgS	7, 9, 12, 13.
Blende ZnS	2, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 27.
Smithsonite CO_3Zn	7, 9, 22.
Calamine $\text{SiO}_2, 2\text{ZnO}, \text{H}_2\text{O}$	4.
Pyrite FeS	5, 8, 11, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 27.
Ankérîte $\text{CO}_3\text{Ca}, \text{CO}_3(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})$	17, 27.
Chalcopyrite FeCuS_2	11, 12, 14, 16, 21, 23, 24, 25.
Cubanite CuFe_2S_3	14.
Erubescite ou cuivre panaché $3\text{Cu}_2\text{S}, \text{Fe}_2\text{S}_3$..	9, 17.
Galène PbS	2, 4, 5, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28.
Bleiniérite $\text{PbO}, \text{Sb}_2\text{O}_5, \text{H}_2\text{O}$	9.
Cuivres gris Panabase $3\text{Cu}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_3$	4, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 17, 21, 22, 24, 25, 28.
Bournonite $2\text{PbS}, \text{Cu}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_3$..	4, 9, 11, 12, 14, 15, 22, 24, 25, 28.
Boulangérite $10\text{PbS}, 4\text{Sb}_2\text{S}_3$	11, 14, 28.
Diadochite $2\text{P}_2\text{O}_5, 3\text{SO}_3, 4\text{Fe}_2\text{O}_3, 32\text{H}_2\text{O}$	15.
Annabergite $\text{As}_2\text{O}_3, 3\text{NiO}, 8\text{H}_2\text{O}$	17.
Stibine Sb_2S_3	22.
Kermésite $\text{Sb}_2\text{O}_3, \text{Sb}_2\text{S}_3$	12.
Barytine SO_4Ba	11, 14.
Cérusite CO_3Pb	13, 22.
Sidérose ou Fer spathique CO_3Fe	2, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 20, 21, 22, 24, 27, 28.
Mésitite $\text{CO}_3\text{Fe}, 2\text{CO}_3\text{Mg}$..	8, 11, 14, 16, 27.
Dolomie CO_3Mg	9, 11, 14, 27.
Calcite CO_3Ca	2, 9, 11, 12, 14, 15, 17.
Quartz SiO_2	9, 11, 12, 14, 15, 17, 24, 25, 27, 28.
Brannérite ou polycrase $\text{TiO}_2, \text{UO}_2$	17.
Couperose ou Mélantérite $\text{SO}_4\text{Fe}, 7\text{H}_2\text{O}$	10, 15.
Malachite $\text{CO}_3\text{Cu}, \text{Cu}(\text{OH})_2$	2, 4, 9.
Azurite $2\text{CO}_3\text{Cu}, \text{Cu}(\text{OH})_2$	4, 9, 12.
Magnétite Fe_3O_4	20.
Oligiste Fe_2O_3	2, 4, 6.

PARAGENESES ET FILONS HYDROTHERMAUX

Lors de la description des différents gisements, nous avons vu qu'un certain nombre de minéraux étaient presque toujours associés. Ce sont les paragenèses caractéristiques du gisement. Une des plus fréquentes est la paragenèse : Blende, Pyrite, Galène : B.P.G.; ou encore Blende, Pyrite, Galène, Chalcopyrite : B.P.G.C. L'association de la Bournonite et de la Panabase est constante tant avec le groupe B.P.G. qu'avec B.P.G.C. — Il est bien évident que l'on doit distinguer les minéraux originels des minéraux d'altération qui les accompagnent (smithsonite, malachite, etc.), ceux-ci ne pouvant donner d'indications sur l'origine du filon. La métallogénie moderne cherche à établir une liaison entre les paragenèses et les modes de formation. LINDGREN a établi une classification des gîtes minéraux qui permet, à partir des paragenèses et de la gangue, de préciser les conditions physiques et thermiques du dépôt. Il a défini un certain nombre de types filoniens : ignés, hydrothermaux, de cémentation, etc.

Dans la région de La Mure, nous avons quatre types principaux de paragenèses ⁴ :

Paragenèse : cinabre, B.P.G. avec panabase..	Type St-Arey
— <i>Id.</i> — B.P.G.C. avec bournonite et panabase	Type Le Villaret
— <i>Id.</i> — Sidérose, Mésitite, avec ou sans B.P.G.	Type St-Théoffrey
— <i>Id.</i> — Or, Brannérite, Annabergite ..	Type Pérailler

La boulangérite, la cubanite sont des curiosités et ne sont pas caractéristiques de paragenèses.

Du point de vue minier, la sidérose peut être considérée comme espèce fondamentale dans certains gîtes et comme gangue dans d'autres. Presque tous les minéraux de la région : galène, cinabre, panabase, sont argentifères. Les gangues sont presque toutes quartzieuses avec calcite, dolomie, barytine. Tous ces caractères permettent de ranger, sans contestation possible, les filons métallifères de la région dans la catégorie des filons hydrothermaux. GUEYMARD et Ch. LORY avaient déjà pressenti cette origine des

⁴ Etant donné qu'aucune mine métallique n'est plus en activité aujourd'hui, nous n'avons pas pu faire d'étude au microscope métallographique, ce qui aurait été très souhaitable.

minéraux de La Mure par dépôt, à partir de circulation thermominérales. LINDGREN a distingué parmi les gîtes hydrothermaux trois grands types : hypo, méso, épithermal. Les paragenèses type Villaret et St-Théoffrey se rangent parmi les filons mésothermaux, par suite de la présence abondante de sulfoantimoniures, de carbonates et d'une gangue quartzreuse. Il semblerait que les paragenèses type St-Arey appartiennent déjà au type épithermal. Elles peuvent correspondre aux termes les plus froids des filons mésothermaux connus ailleurs, mais on doit se demander s'il s'agit là des produits d'une même phase minéralisatrice ou si les gîtes mésothermaux d'une première phase n'auraient pas subi une métasomatose au cours d'une seconde phase de type épithermal (gîtes secondaires hydrothermaux de Schneiderhoehn). La paragenèse du type Pérailler est très vraisemblablement hypothermale (présence de brannerite et d'annabergite, l'or étant ubiquiste est un mauvais indicateur de température). L'analogie entre la brannerite de Pérailler et celle de Bou-Azzer⁵ tendrait à faire ranger cette paragenèse dans les types pyrométasomatiques ou pneumatolytiques, mais l'absence de molybdénite et les conditions du gîte tendent à confirmer une origine hypothermale. Quel que soit le type des filons que nous avons décrits, tous les gîtes de la région de La Mure sont en liaison avec des failles ou fractures.

Filons hydrothermaux et phénomènes tectoniques.

E. RAGUIN, J. GOGUEL et J. GEFFROY ont souligné récemment le rôle important, un peu oublié, joué par la tectonique dans la mise en place des filons hydrothermaux. Après chaque phase tectonique, la fracturation des roches permet la circulation des eaux thermominérales qui, bien que peu chargées en minéraux, arrivent à déposer des quantités énormes de matière, par suite du volume en circulation. Les failles, intéressées par de tels phénomènes, sont souvent des failles vivantes qui rejouent presque continuellement, renouvelant soit progressivement, soit par phases successives les espaces ouverts aux circulations et, par suite, aux dépôts, ceux-ci pouvant se trouver brisés et remaniés au cours du phénomène.

Ces auteurs ont montré que les types thermaux des filons n'étaient pas toujours les mêmes au cours des diverses phases tectoniques : ceci se traduisant par des dépôts très différents selon

⁵ Le gîte de Bou-Azzer est situé au Sud de Marrakech, entre l'Anti-Atlas et le Djebel Sarro, à l'Ouest de l'oued Dra, dans des terrains précambriens.

l'âge des fractures, dans une même région, ou par des métasomatoses lorsqu'on se trouve en présence de failles vivantes jouant à plusieurs époques successives, et c'est le cas des failles à très grand rejet.

Des exemples ont été donnés de tels phénomènes par J. GEFFROY dans le Massif Central, BOLZE et H. SCHNEIDERHÖHN en Tunisie.

L'étude géologique de la région de La Mure nous a montré qu'elle était affectée par un certain nombre de failles, les unes sensiblement N-S, les autres presque E-W, qui affectent à la fois le socle hercynien et sa couverture triasico-liasique. Nous avons pu voir, en particulier, que les failles Nord-Sud, qui avaient joué après le dépôt du Houiller, ont rejoué au moment des plissements alpins : ce sont des types de faille vivante à très grand rejet.

Les failles Est-Ouest qui se sont probablement produites, elles aussi, au moment des plissements varisques, ont rejoué au Crétacé d'une manière analogue à celle dont les failles N-S ont joué plus tard.

L'existence d'un socle ancien, générateur de métamorphisme et de circulations thermales, et de failles, prédisposait donc le Dôme de La Mure à la formation des gîtes métalliques dont nous allons essayer de préciser l'âge.

Age des minéralisations. — Métasomatoses.

Les filons métallifères, qui coïncident avec les failles Nord-Sud, sont de type mésothermal dans le socle hercynien : micaschistes et terrains houillers.

Dans les terrains du Lias et du Trias, on rencontre en plus de gîtes à caractère mésothermal, des filons du type St-Arey, à tendance épithermale. Ces faits, joints au faciès de la blende (Schalen blende) rencontrée au T-B des Rieux et du Villaret nous entraînent à penser que ces gîtes ont subi une métasomatose.

A la suite des mouvements hercyniens, une phase minéralisatrice de type mésothermal aurait donc donné des gîtes B. P. G. avec bournonite, panabase et sidérose dans des fractures qui, jouant au début des plissements alpins et affectant le Lias et le Trias, auraient permis la constitution de nouveaux gîtes par l'action d'eaux de nature épithermale. Ces eaux, non seulement ont donné naissance à des filons qui prolongent les gîtes mésothermaux dans la couverture, mais les ont remaniés.

On pourrait aussi admettre que les gîtes mésothermaux hercyniens contenaient déjà des minéraux tels que le cinabre et que, lors des mouvements alpins, seules les circulations secondaires hydro-

thermales se sont produites, entraînant vers la surface les éléments les moins stables de ces dépôts, ces circulations prenant naissance lors de la remontée vers la surface des eaux d'infiltration minéralisées (bicarbonatées et chlorurées alcalines), au cours de leur traversée du Trias (type des eaux de La Motte-les-Bains).

La précipitation se serait produite lorsque les eaux ascendantes rencontrent les eaux superficielles oxydantes au niveau hydrostatique.

Il est improbable que toutes les minéralisations des filons Nord-Sud du Dôme de La Mure datent uniquement des mouvements alpins, mais il est certain que, comme l'avait déjà vu E. GUEYMARD, tous les gîtes alignés depuis Mens jusqu'à Allevard sont contemporains les uns des autres.

En ce qui concerne les minéralisations du type Pérailler, les découvertes de ces dernières années permettent des précisions intéressantes.

Nous savons que ce gîte contient, à côté des minéralisations B. P. G. : or, brannérite, annabergite. La brannérite se présente, selon l'analyse faite au C. E. A., avec tous les caractères de celle rencontrée aux mines de La Gardette (état métamicté, paragenèses identiques).

Or, en 1954, CHERVET, GEFFROY et WEBER étudiant la brannérite de La Gardette ont pu effectuer une mesure d'âge absolu par la méthode dite de plomb. La minéralisation serait crétacée. Cette affirmation souleva nombre de contestations, mais la découverte de la brannérite du Pérailler nous permet d'appuyer cette opinion.

La direction approximativement Est-Ouest des filons de quartz aurifères de La Gardette et du Pérailler est une direction fréquente dans le Sud du Dôme de La Mure; c'est la direction des mouvements antésénoniens du Dévoluy, correspondant à la phase subhercynienne de Stille.

La détermination d'un âge absolu crétacé, pour ces minéraux, n'est donc pas surprenante; d'ailleurs Ch. LORY, dès 1860, avait montré que le filon de La Gardette s'accompagnait de miroirs de faille importants et que l'or appartenait à une minéralisation postérieure à celle qui y a donné le gîte B. P. G.

Il est donc possible qu'au Pérailler l'on se trouve en présence d'une minéralisation B. P. G. ancienne, suivie d'une phase hypothermale à or, brannérite, annabergite.

Ceci est un peu anormal au point de vue métallogénique et on peut se demander si la paragenèse : or, brannérite, ne serait pas très ancienne et si, au cours de métasomatoses hydrothermales, datant du Crétacé, une partie du plomb de désintégration de l'ura-

nium de la brannérite n'aurait pas été éliminé, faussant ainsi les mesures d'âge absolu.

On sait d'autre part que les phases de minéralisation importantes accompagnent souvent des venues intrusives de roches acides ou basiques. On est donc tenté de rattacher les phases originelles des gîtes de Pérailler ou de La Gardette à la mise en place, dans la région, des serpentines et gabbros, avant le dépôt Houiller ou des granites hercyniens (Entraigues). On peut en particulier se demander s'il ne faut pas mettre en relation les minéralisations avec les granites du Pelvoux, à moins que les mouvements anténummuliens importants qui se sont produits à la périphérie de ce massif (phase larammienne) aient suffi à provoquer l'apparition d'une phase minéralisatrice.

CONCLUSION

Dans la région de La Mure, on se trouve en présence de deux grands groupes filoniens.

Un premier groupe, de direction Nord-Sud, présentant des caractères soit mésothermaux, soit épithermaux (cette différence pouvant être due à des phénomènes de métasomatose secondaire hydrothermale) formés en deux étapes, lors des mouvements hercyniens, puis des mouvements alpins; un deuxième groupe de direction Est-Ouest, de caractère méso, mais surtout hypothermal, qui s'est formé, lui aussi, en deux temps : mouvements hercyniens, puis créacés; il est possible que les mouvements hercyniens qui ont donné ces derniers filons appartiennent à une phase différente de celle qui a donné les filons Nord-Sud.

Au cours des temps géologiques, la région comprise entre Mens et Vizille a donc été soumise à de nombreux phénomènes de nature hydrothermale, dont les eaux d'Oriol et de La Motte-les-Bains sont peut-être les dernières manifestations. Si de nombreux phénomènes, à l'origine du gaz carbonique d'Oriol ou de celui rencontré dans les galeries des H. D. B. qui, selon certains, seraient des manifestations de la proximité du socle ancien, restent à préciser, l'étude des minéralisations nous a permis de confirmer un certain nombre de données tectoniques sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement.

BIBLIOGRAPHIE

- BALLY (1841). — Notice sur les eaux thermales de La Motte-Saint-Martin (*B. S. S. I.*, 1^{re} série, t. 2, p. 158).
- BIZARD (Ch.) et ZIEGLER (V.) (1955). — Contribution à l'étude des gîtes hypothermaux et pyrométasomatiques en fonction de la pétrographie dans la bordure orientale du massif de Tichka (Haut-Atlas occidental) (Notes du Service géologique du Maroc, t. 11, n° 123).
- BOLZE (J.) et SCHNEIDERHÖHN (H.) (1951). — Métallogénie hydrothermale dans les monts de Tébourouck (Tunisie septentrionale) (*B. S. G. F.*, 6^e série, t. 1).
- BOLZE (J.). — (1952). — Diapirisme et métallogénie en Tunisie. Congrès géol. International, Alger, section 12, fasc. 12.
- CAILLAUX (1875). — Tableau des Mines métalliques, Béranger.
- CAILLET (L.) (1925). — La Mure et ses environs.
- CHABRAND (E.) (1913). — Coup d'œil général sur la géographie minière des Alpes dauphinoises (*Ann. Soc. Touristes du Dauphiné*, 1913).
- CHERVET, GEFFROY et WEBER (1954). — La brannérite du gisement aurifère de La Gardette (Isère). Sa signification géologique (*Bull. Soc. Fr. Min. Cristal.*, n°s 4 à 6, t. 77, p. LIV).
- CHOUBERT (G.) (1934). — La Serpentine du Tabor et les roches qui l'accompagnent (*T. L. G. G.*, t. 18).
- DEB TEX (E.) (1949). — Les roches basiques et ultrabasiques des lacs Robert et le Trias de Chamrousse (massif de Belledonne). Leide, 1949.
- DHELLANCOURT (M.) (1785). — Observations minéralogiques faites dans le Dauphiné depuis la source de la Romanche jusqu'à la plaine de l'Oisans, en août et septembre 1785 (*Ann. Soc. Touristes du Dauphiné*, 1913).
- GEFFROY (J.) (1951). — Métallogénie hydrothermale et remaniement ascendant dans la Lozère (*B. S. G. F.*, t. 1, 6, p. 389).
- GEFFROY (J.), SARGIA (J.) (1954). — Contribution à l'étude des pechblendes françaises (*Sciences de la Terre*, t. II, n° 1-2, p. 1 à 157).
- GOGUEL (J.) (1946). — La fracturation des roches, phase préliminaire de la minéralisation (*Revue Houille, Minerais, Pétrole*, n° 3-4, mai).
- GOGUEL (J.) (1952). — Traité de Tectonique. Masson, Paris.
- GRAS (A.) (1838). — Notice statistique sur les eaux minérales du département de l'Isère (*B. S. S. I.*, 1^{re} s., t. 1, p. 11).
- GRAS (Sc.) (1851). — *B. S. G. F.*, 2^e s., t. 8, p. 562.
- GUETTARD (Jean-Etienne) (1763). — Minéralogie du Dauphiné.
- GUETTARD (Jean-Etienne) (1779). — Minéralogie du Dauphiné. Paris.
- GUEYMARD (Emile) (1831). — Sur la Minéralogie, la Géologie et la Métallurgie du département de l'Isère, Grenoble.
- GUEYMARD (Emile) (1837). — Analyse des eaux minérales de La Motte (Isère) (*Annales des Mines*, 3^e s., t. 11).
- GUEYMARD (Eugène) (1839). — Gîtes d'argent de la montagne d'Allemont (*B. S. S. I.*, 1^{re} s., t. 1, 5 janv., p. 27).
- GUEYMARD (Emile) (1844). — Statistique générale du département de l'Isère, Grenoble.

- GUEYMARD (Emile) (1855). — Note sur des gîtes de nickel dans le département de l'Isère (*B. S. G. F.*, 2^e s., t. 12, p. 515).
- HAUDOUR (J.) et SARROT-REYNAULD (J.) (1954). — Le Bassin houiller de La Mure (*T. L. G. G.*, t. 32).
- HAUDOUR (J.), MICHEL (R.) et SARROT-REYNAULD (J.) (1956). — Sur un faciès nouveau de la barytine (*T. L. G. G.*, t. 33).
- HERICART de THURY (L.) (1806). — Mines d'or du département de l'Isère (*Journal des Mines*, t. 20, p. 101).
- HERICART de THURY (L.) (1807). — Du minerai de Montjean, près de Vizille, (*Journal des Mines*, t. 21, p. 261).
- HERICART de THURY (L.) (1807). — Exploitations immémoriales des montagnes d'Huez-en-Oisans, département de l'Isère (*Journal des Mines*, t. 22, p. 281).
- HUTENLOCHER (H. F.) (1934). — Die Erzlagerstättenzonen der Westalpen (*Schw. Min. Petro. Mitteil.*, p. 22, Heft 1).
- JOURAVSKY (G.) et PERMINGEAT (F.) (1952). — Gisements miniers du Sud marocain. Livret-Guide Excursions, C 39, J 6, 19^e Congrès, Alger.
- JOURAVSKY (G.) (1952). — Sur la présence d'une paragenèse nouvelle à Molybdénite dans les filons 7 et 5 de la région minéralisée de Bou Azzer (Sud marocain) (*C. R. A. S.*, t. 234, p. 230).
- JOURAVSKY (G.) (1952). — Découverte de molybdénite à Bou Azzer, Sud marocain (*C. R. A. S.*, t. 234, p. 124).
- KILIAN (W.) (1902). — Relations des principales sources thermales du Dauphiné avec la nature géologique du sol. Grenoble, 1902.
- LACROIX (A.) (1910). — Minéralogie de la France.
- LACROIX (A.) (1919). — Un manuscrit inédit de Dolomieu sur la Minéralogie du Dauphiné, 1796 (*B. S. S. I.*, 4^e s., t. 14, p. 237).
- LAUNAY (L. de) (1933). — Cours de Géologie appliquée, Béranger.
- LEROY (Camille) (1839). — Essai statistique et médical sur les eaux minérales des environs de Grenoble (*B. S. S. I.*, 1^{re} s., t. 1, 9 mars, p. 65).
- LINDGREN (W.) (1933). — Minéral deposits. Mc Graw-Hill.
- LORY (Ch.) (1860). — Description géologique du Dauphiné, Grenoble.
- MICHEL (R.) (1955). — Cours des Gîtes minéraux.
- MORET (L.) (1925). — Enquête critique sur les ressources minérales de la province de Savoie, Grenoble.
- MORET (L.) (1946). — Les sources thermominérales, Masson.
- MORET (L.) (1955). — Précis de Géologie, Masson.
- PERMINGEAT (F.) (1952). — Uranium, Thorium et terres rares (*Notes et mémoires Serv. géol. Maroc*, n^o 87, p. 81).
- RAGUIN (E.) (1940). — Géologie des Gîtes minéraux, Masson.
- RAGUIN (E.) (1949). — Métallogénie hydrothermale et failles vivantes (*B. S. G. F.*, fasc. 5, XIX, p. 415).
- SCHREIBER (J. G.) (1798). — Notice sur la découverte du mercure courant dans la mine d'Allemont (Isère) et sur la mine de mercure de St-Arey (Isère) (*Journal de physique*, t. 9).
- SCHREIBER (J. G.) (1798). — *Journal des Mines*, t. 9, p. 433.
- TERMIER (P.) (1897). — Sur la bournonite du Psychagnard (Isère) (*B. S. F. M.*, n^o 2, t. 20, p. 101).
- VESIGNIE (1951). — Présentation d'échantillon (*Bull. Soc. Fr. Minéralo-Cristal.*, n^{os} 1 à 3, p. XLII).